

## BAB IV

### HASIL DAN ANALISIS

#### 4.1 Data Penelitian

Data-data yang penulis gunakan dalam penulisan tugas akhir ini dapat dirinci sebagai berikut :

##### 4.1.1 Data Pembangkit dan Kelistrikan

###### a. Data Pembangkit

Di Kabupaten Jayawijaya terdapat 16 Pembangkit terpasang dengan spesifikasi sebagai berikut :

**Tabel 4.1** Spesifikasi pembangkit di Wamena

No	Pusat Listrik					daya		beban	
	Nama sentral	merk	tipe	Nomor seri	Jenis tenaga	Ter-pasang	maks	Puncak (kW)	Terendah (kW)
1.	Rayon Wamena	Gilbert Gilkes	Vertical Francis	6137	Turbin	120	80	70	70
2.	1 Sinagma	Turbin Francis	Flender-2490	458506003 1-1	Turbin	200	80	50	50
3.		Turbin Francis	Flender-2490	458506003 1-2	Turbin	200	80	-	-
PLTM Sinagma						520	240	120	120

**Tabel 4.1** Spesifikasi pembangkit di Wamena (lanjutan)

No	Pusat Listrik					daya		beban	
	Nama sentral	merk	tipe	Nomor seri	Jenis tenaga	Ter-pasang	maks	Puncak (kW)	Terendah (kW)
1	PLTM Walesi	Turbin Francis	Horisontal Francis	H563B/ 260T	Turbin	500	500	500	500
2		Turbin Francis	Horisontal Francis	H563A/ 260T	Turbin	500	500	500	500
3		Turbin Francis	Horisontal Francis	BRT	Turbin	320	320	-	-
4		Turbin Francis	Horisontal Francis	BRT	Turbin	320	150	100	100
5		Turbin Francis	Horisontal Francis	BRT 38	Turbin	500	500	500	500
6		Turbin Francis	Horisontal Francis	J&P	Turbin	900	650	650	650
7		Turbin Francis	Horisontal Francis	J&P	Turbin	900	750	750	750
PLTM Walesi						3940	3370	3000	3000
1	PLTD Sinagma	Deutz	BF8M1015 C	9115923	Diesel	250	150	100	100
2		Komatsu	SAA 12V 140	30122(133 18)	Diesel	720	650	580	500
3		Komatsu	SAA 12V 140	13432	Diesel	720	650	580	500
4		Komatsu	SAA 12V 140	30137(134 38)	Diesel	720	650	580	500
5		Komatsu	SAA 12V 140	30152(137 13)	Diesel	720	650	580	500
		Man	D2842 LE 201	494479280 64798	Diesel	528	500	400	300
6	PLTD Sewatama	Caterpillar			Diesel	2.000	2.000	2.000	2.000
PLTD Sinagma						5.658	5.250	4.820	4.400
16	Rayon Wamena					10.118	8.860	7.940	7.520

### b. Data Beban Puncak

Data beban puncak yang digunakan pada tugas akhir ini adalah data beban puncak yang tertinggi pada setiap tahunnya. Dalam data ini berisikan 7 elemen data yang berupa angka beban puncak pada Gardu Induk Kabupaten Jayawijaya dari tahun 2012 sampai dengan tahun 2018. Data beban puncak ini dapat dijadikan acuan untuk meramalkan beban listrik di Kabupaten Jayawijaya untuk 5 (lima) tahun mendatang.

Adapun Data beban Puncak pada Gardu Induk Kabupaten Jayawijaya adalah sebagaimana tercantum pada tabel 4.1 dibawah ini.

**Tabel 4.2** Data Beban Puncak  
Kabupaten Jayawijaya tahun 2014-2018

	2014	2015	2016	2017	2018
Beban Puncak (kW)	5,435	5,315	6,000	6,201	6,560

Sumber Data : Kantor PT PLN Rayon Wamena

Dari tabel diatas maka dapat diketahui bahwa beban puncak pada Gardu Induk Kabupaten Jayawijaya dari tahun 2014 sampai dengan tahun 2018 menunjukkan kenaikan

### c. Data Daya Terpasang dan Produksi Listrik

**Tabel 4.3** Data listrik Kabupaten Jayawijaya tahun 2014-2018

Tahun	Daya Terpasang (KW)	Produksi Listrik (KWh)	Listrik Terjual (KWh)	Susut/ Hilang (KWh)
2014	17,290,143	18,543,261	22,265,684	-
2015	18,089,170	19,999,247	25,296,390	-
2016	24,645,641	21,550,573	25,424,350	14,547,667
2017	27,230,438	28,329,362	28,559,508	1,038,726

daya listrik yang tersedia di Kabupaten Jayawijaya daya terpasang pada tahun 2017 sebanyak 27,230,438 KW meningkat cukup besar jika dibandingkan pada

tahun yang hanya terpasang sekitar 13,158,259 KW. Sedangkan untuk kapasitas produksi listrik pada tahun hanya sekitar 28,329,362 KWh. Berdasarkan kondisi tersebut, melihat kedudukan Jayawijaya menjadi sentral di daerah pegunungan tengah. Sehingga, kedepan perkembangan permintaan listrik baik untuk kebutuhan rumah tangga ataupun industri akan meningkat. Sehingga pada masa yang akan datang, perlu adanya kebijakan-kebijakan untuk menambah produksi energi listrik di Kabupaten Jayawijaya.

#### 4.1.2 Data Kependudukan

Dalam penulisan tugas akhir ini, data kependudukan diperlukan untuk meramalkan kebutuhan beban listrik yang akan datang. Semakin banyak penduduknya maka beban listrik yang dibutuhkan oleh wilayah tersebut akan semakin banyak pula. Data kependudukan ini terdiri dari data pertumbuhan penduduk diperoleh dari Dinas Kependudukan dan Catatan Sipil Kabupaten Jayawijaya dan Data Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) Kabupaten Jayawijaya diperoleh dari Badan Statistik Kabupaten Jayawijaya sebagaimana tercantum dalam Tabel 4.2 sebagai berikut:

**Tabel 4.4** Jumlah Penduduk dan PDRB  
Kabupaten Jayawijaya Tahun 2013 – 2017

<b>Tahun</b>	<b>Jumlah Penduduk (ribu jiwa)</b>	<b>Jumlah Penduduk Nasional (juta jiwa)</b>	<b>Jumlah PDRB (juta rupiah)</b>	<b>Jumlah PDRB Nasional (miliar USD)</b>
2013	261.550	252	4.124.297.41	912,5
2014	262.909	255,1	4.755.594.22	890,8

**Tabel 4.4** Jumlah Penduduk dan PDRB  
Kabupaten Jayawijaya Tahun 2013 – 2017 (lanjutan)

Tahun	Jumlah Penduduk (ribu jiwa)	Jumlah Penduduk Nasional (juta jiwa)	Jumlah PDRB (juta rupiah)	Jumlah PDRB Nasional (miliar USD)
2015	265.641	258,2	5.416.220.1	861,3
2016	267.334	261,1	6.139.826.5	932,3
2017	269.317	-	6.803.151.8	-

Sumber Data : Kantor Kependudukan dan Catatan Sipil Kabupaten Jayawijaya dan Badan Statistik Kabupaten Jayawijaya Tahun 2018

Dari data kependudukan diatas dapat diasumsikan kenaikan jumlah penduduk dari Tahun 2019 sampai dengan tahun 2023 dan PDRB Kabupaten Jayawijaya dapat diprediksikan tahun 2018 sampai dengan 2023 dengan melakukan perhitungan sebagai berikut:

**a) Prediksi Jumlah Penduduk**

Persentase kenaikan jumlah penduduk Kabupaten Jayawijaya dari tahun 2012 sampai dengan tahun 2018 dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$R_{(t-1,t)} = \frac{Penduduk_t - Penduduk_{t-1}}{Penduduk_{t-1}} \times 100\% \dots (4.1)$$

Persentase kenaikan jumlah penduduk dari tahun 2013 sampai 2018:

$$R_{(2013-2014)} = \frac{262.909 - 261.550}{261.550} \times 100\% = 0,519\%$$

$$R_{(2014-2015)} = \frac{265.641 - 262.909}{262.909} \times 100\% = 1,039\%$$

$$R_{(2015-2016)} = \frac{267.334 - 265.641}{265.641} \times 100\% = 0,637\%$$

$$R_{(2016-2017)} = \frac{269.317 - 267.334}{267.334} \times 100\% = 0,741\%$$

$$R_{(2017-2018)} = \frac{271.341 - 269.317}{269.317} \times 100\% = 0,751\%$$

Dari perhitungan diatas, maka rata-rata kenaikan jumlah penduduk Kabupaten Jayawijaya per tahun adalah sebagai berikut :

$$\frac{(0,519 - 1,039 - 0,637 - 0,741 - 0,751 \times 100\%]}{5} = 0,7\%$$

Hasil dari rata-rata kenaikan jumlah penduduk dari tahun 2013 sampai 2018 tersebut dapat diasumsikan untuk meramalkan pertumbuhan penduduk dari tahun 2019 sampai tahun 2023 yaitu sebagai berikut :

$$Penduduk_t = (Penduduk_{t-1} \times R_{(t-1,t)}) + Penduduk_{t-1}$$

$$Penduduk_{2019} (271.341 \times 0,7\%) + 271.341 = 273.240$$

$$Penduduk_{2020} (273.240 \times 0,7\%) + 273.240 = 275.152$$

$$Penduduk_{2021} (275.152 \times 0,7\%) + 275.152 = 277.078$$

$$Penduduk_{2022} (277.078 \times 0,7\%) + 277.078 = 279.017$$

$$Penduduk_{2023} (279.017 \times 0,7\%) + 279.017 = 280.970$$

#### **b) Prediksi Produk Domestik Regional Bruto (PDRB)**

$$R_{(t-1,t)} = \frac{PDRB_t - PDRB_{t-1}}{PDRB_{t-1}} \times 100\% \dots \dots (4.2)$$

Persentase kenaikan PDRB dari tahun 2014 sampai 2018:

$$R_{(2014-2015)} = \frac{4.755 - 4.124}{4.124} \times 100\% = 15.30\%$$

$$R_{(2015-2016)} = \frac{5.416 - 4.755}{4.755} \times 100\% = 13,90\%$$

$$R_{(2016-2017)} = \frac{6.139 - 5.416}{5.416} \times 100\% = 13,34\%$$

$$R_{(2017-2018)} = \frac{6.803 - 6.139}{6.139} \times 100\% = 10,81\%$$

Maka rata-rata kenaikan jumlah PDRB Kabupaten Jayawijaya per tahun adalah sebagai berikut :

$$\frac{15,30 + 13,90 + 13,34 + 10,81}{4} \times 100\% = 13,33\%$$

Hasil dari rata-rata kenaikan jumlah PDRB Kabupaten Jayawijaya dari tahun 2012 sampai dengan tahun 2017 tersebut dapat diasumsikan untuk meramalkan pertumbuhan PDRB Kabupaten Jayawijaya dari tahun 2018 sampai tahun 2023:

$$PDRB_t = (PDRB_{t-1} \times R_{t-1,t}) + PDRB_{t-1}$$

$$PDRB_{2018} = (6.803 \times 13,33\%) + 6.803 = 7.709$$

$$PDRB_{2019} = (6.890 \times 13,33\%) + 6.890 = 8.736$$

$$PDRB_{2020} = (8.736 \times 13,33\%) + 8.736 = 9.900$$

$$PDRB_{2021} = (9.900 \times 13,33\%) + 9.900 = 11.219$$

$$PDRB_{2022} = (11.219 \times 13,33\%) + 11.219 = 12.714$$

$$PDRB_{2023} = (12.714 \times 13,33\%) + 12.714 = 14.408$$

**Tabel 4.5** Prediksi pertumbuhan penduduk dan PDRB Kabupaten Jayawijaya Tahun 2018 – 2023

Tahun	Jumlah penduduk	Jumlah PDRB (juta rupiah)
2018	271.341	7.709
2019	273.240	8.736
2020	275.152	9.900
2021	277.078	11.219
2022	279.017	12.714
2023	280.970	14.408

Dilihat dari hasil prakiraan jumlah penduduk dan PDRB di Kabupaten Jayawijaya persentase total kenaikan penduduk tiap tahunnya adalah sekitar 0,7% dan persentase kenaikan PDRB adalah sekitar 13,33% Dari data diatas dapat dijadikan sebagai pedoman untuk mengantisipasi meningkatnya kebutuhan energi listrik tiap tahunnya, dan menjadi acuan pada tugas akhir ini sebagai data untuk memperkirakan beban puncak dari tahun 2019 sampai tahun 2023.

#### 4.2 Pengolahan Data

Peramalan beban listrik dinyatakan sebagai runtun waktu  $x_1, x_2, \dots, x_n$ . Sebagaimana telah diketahui data beban puncak dari tahun 2014 sampai 2018 adalah:

**Tabel 4.6** data beban puncak kabupaten jayawijaya 2014 - 2018

Tahun	2014	2015	2016	2017	2018
Beban Puncak (kW)	5,435	5,315	6,000	6,201	6,560

Metode peramalan yang dilakukan pada penelitian ini menggunakan perbandingan antara perhitungan manual dan metode jaringan syaraf tiruan, yang mana data yang digunakan yaitu data beban puncak Pembangkit Kabupaten Jayawijaya dari tahun 2014 sampai dengan 2018, kemudian digunakan untuk meramalkan beban puncak dari tahun 2018 sampai dengan 2023.



#### 4.2.1 Regresi Linier

Dalam melakukan metode regresi linier ini terlebih dahulu perlu diketahui bahwa perhitungan yang dilakukan terbagi menjadi 2 (dua) tahap, yaitu tahap perhitungan persentase data beban puncak pada 5 (lima) tahun sebelumnya dan tahap perhitungan peramalan untuk 5 tahun kedepan. Untuk menghitung persentase kenaikan beban puncak pada tahun sebelumnya menggunakan rumus:

$$R_{t-1,t} = \frac{R_t - R_{t-1}}{R_{t-1}} \times 100\% \dots \dots (4.3)$$

Dimana:

R = beban

t = tahun

$R_t$  = tahun sekarang

$R_{t-1}$  = tahun sebelumnya

Hasil perhitungan:

$$1. \text{Beban}_{(2014-2015)} = \frac{5,315 - 5,435}{5,435} \times 100\% = -2,20\%$$

$$2. \text{Beban}_{(2015-2016)} = \frac{6,000 - 5,315}{5,315} \times 100\% = 12,88\%$$

$$3. \text{Beban}_{(2016-2017)} = \frac{6,201 - 6,000}{6,000} \times 100\% = 3,35\%$$

$$4. \text{Beban}_{(2017-2018)} = \frac{6,560 - 6,201}{6,201} \times 100\% = 35,9\%$$

Maka rata-rata kenaikan beban puncak per tahun adalah:

$$\frac{-2,20 + 12,88 + 3,35 + 35,9}{4} \times 100\% = 12,48\%$$

Hasil dari rata-rata kenaikan jumlah beban puncak dari tahun 2012 sampai 2017 tersebut dapat diasumsikan untuk meramalkan pertumbuhan beban puncak dari tahun 2018 sampai tahun 2023, menggunakan rumus:

$$\text{Beban}_t = (\text{Beban}_{t-1} \times (t-1,t)) + \text{Beban}_{t-1} \dots \dots (4.4)$$

Hasil perhitungan:

1.  $Beban\ 2018 = (6,560 \times 12,48\%) + 6,560 = 7,378\ MW$
2.  $Beban\ 2019 = (7,378 \times 12,48\%) + 7,378 = 8,298\ MW$
3.  $Beban\ 2020 = (8,298 \times 12,48\%) + 8,298 = 9,364\ MW$
4.  $Beban\ 2021 = (9,364 \times 12,48\%) + 9,364 = 10,566\ MW$
5.  $Beban\ 2022 = (10,566 \times 12,48\%) + 10,566 = 11,884\ MW$
6.  $Beban\ 2023 = (11,884 \times 12,48\%) + 11,884 = 13,367\ MW$

**Tabel 4.7** Prediksi pertumbuhan beban puncak 2018 – 2023 menggunakan regresi linier

Tahun	Beban Puncak (MW)
2018	7,378
2019	8,298
2020	9,364
2021	10,566
2022	11,884
2023	13,367

Dilihat dari hasil peramalan menggunakan perhitungan manual diatas, persentase total kenaikan beban puncak tiap tahunnya adalah sekitar 12,48%. Terjadi peningkatan beban pada tahun 2016 dikarenakan kenaikan jumlah penduduk pada tahun 2016 meningkat drastis sebanyak 1.693 ribu jiwa.

#### 4.2.2 Perhitungan Metode Jaringan Syaraf Tiruan (JST)

Jaringan Syaraf Tiruan atau *Neural Network* adalah paradigma pemrosesan suatu informasi yang terinspirasi oleh sistem sel syaraf biologi, sama seperti otak yang memproses suatu informasi. Elemen mendasar dari paradigma tersebut adalah struktur yang baru dari sistem pemrosesan informasi. Jaringan Syaraf Tiruan (*Neural Network*) seperti manusia, belajar dari suatu contoh. Jaringan Syaraf Tiruan (*Neural Network*) dibentuk untuk memecahkan suatu masalah tertentu seperti pengenalan pola atau klasifikasi karena proses pembelajaran.

Dalam melakukan perhitungan dengan metode jaringan syaraf tiruan ini terlebih dahulu mengetahui data input dan target agar bisa meramalkan beban puncak ditahun berikutnya.

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan data beban puncak PT. PLN Rayon Wamena Kabupaten Jayawijaya dan data perhitungan manual dari tahun 2017 sampai dengan tahun 2023. Algoritma peramalan beban puncak untuk tahun 2017 sampai dengan 2023 dengan menggunakan *Neural Network* adalah sebagai berikut:

##### 1. Penyeleksian Data

Data tahun yang digunakan sebagai acuan pembelajaran adalah 5 tahun selama tahun 2012 – 2018. Data yang peneliti gunakan dalam peramalan ini adalah data daya terpasang, daya mampu, PDRB, dan data penduduk, yang mana telah peneliti olah terlebih dahulu menggunakan aplikasi MS. Excel.

**Tabel 4.8** Data Inputan

Keterangan	Tahun				
	2014	2015	2016	2017	2018
x1 = Daya terpasang	7500	7500	7500	9590	10646
x2 = Daya mampu	6658	6668	6790	8160	9160
x3 = PDRB	4124	4755	5416	6139	6803
x4 = Penduduk	2615	2629	2656	2673	2693
Target	5435	5315	5650	6266	6560

## 2. Penentuan *Range* Pembelajaran (*Learning Range*) *Neural Network*

Tahun yang digunakan sebagai *input* latih adalah tahun 2010 - 2012 dan target 2019 - 2025, kemudian *input* uji peramalan adalah tahun 2014 -2018 dan target tahun 2018 – 2023.

## 3. Proses Pembelajaran dan Peramalan Menggunakan *Backpropagation*

Proses pembelajaran menggunakan 30 pola dengan 4 *input* dan 1 target keluaran, artinya jika tahun 2011 sampai 2015 digunakan sebagai *input*, maka akan menghasilkan data tahun 2016. Pola tersebut kemudian terus menerus diulang dengan mengurangi 1 tahun sebelumnya dan ditambah 1 tahun baru untuk menghasilkan prediksi tahun berikutnya.

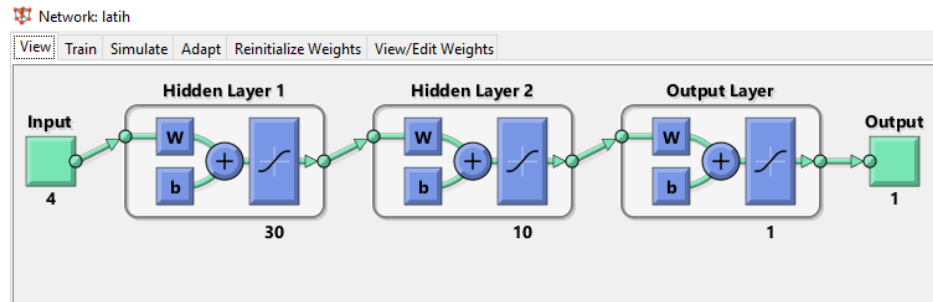
## 4. Penentuan Model Jaringan

Jaringan yang digunakan pada peramalan ini merupakan jaringan multilayer yang terdiri dari 1 lapisan input, 2 lapisan tersembunyi dan 1 lapisan output. Model jaringan yang baik untuk peramalan kebutuhan listrik ini adalah jaringan yang memiliki tingkat keakuratan yang tinggi. Tingkat akurasi ini didapatkan dengan melakukan banyak variasi jumlah lapisan tersembunyi dan jumlah neuron pada masing-masing lapisan tersembunyi. Maka didapatkan bahwa model jaringan yang baik untuk peramalan ini adalah model jaringan yang terdiri dari

- a) 30 neuron pada lapisan tersembunyi pertama
- b) 10 neuron pada lapisan tersembunyi kedua

Oleh karena itu untuk membangun jaringan seperti diatas dalam meramalkan kebutuhan listrik Kabupaten Jayawijaya dapat dibangun menggunakan kode perintah

```
net=newff (minimax(pn),[30 10 1],
{'tansig', 'logsig', 'purelin'}, 'trainingdx');
```



**Gambar 4.1** Model Jaringan yang dibentuk

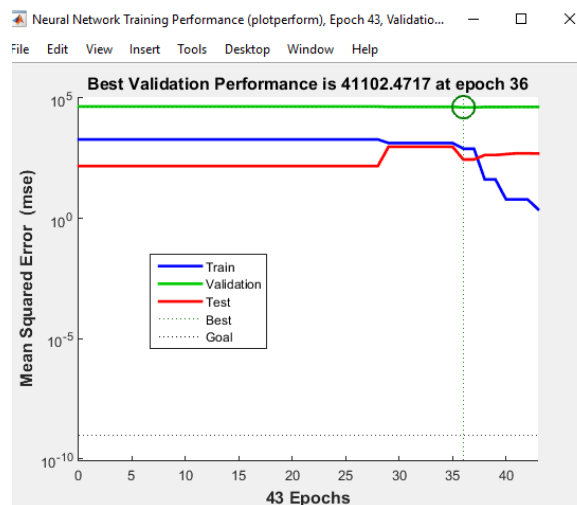
### 5. Pelatihan Jaringan Syaraf Tiruan

Desain pelatihan jaringan syaraf tiruan dimulai dengan membangun network dengan parameter sebagai berikut :

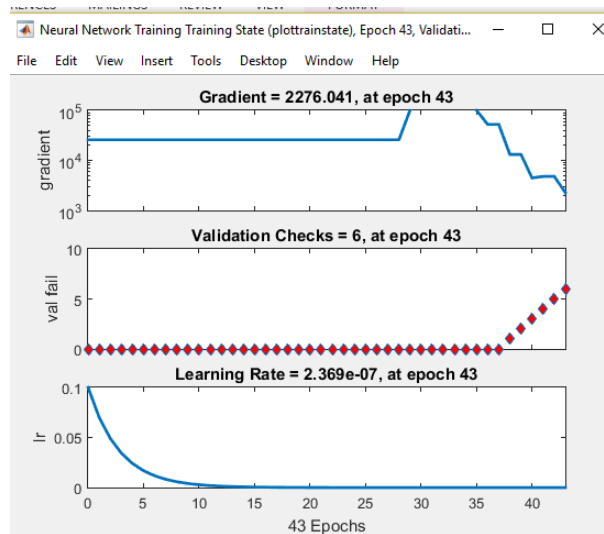
**Tabel 4.9** Parameter jaringan

1.	Tipe Jaringan	: <i>Feed-Forward Backprop</i>
2.	Fungsi Pelatihan	: <i>Gradient Descent (traingdx)</i>
3.	Fungsi Pembelajaran	: <i>learngd</i>
4.	Fungsi Performance	: <i>MSE (Mean Square Error)</i>
5.	Jumlah Hidden Layer	: 3
6.	Jumlah Neuron	: 30, 10, 1
7.	Fungsi Transfer	: TANSIG (Logaritmik Bipolar)

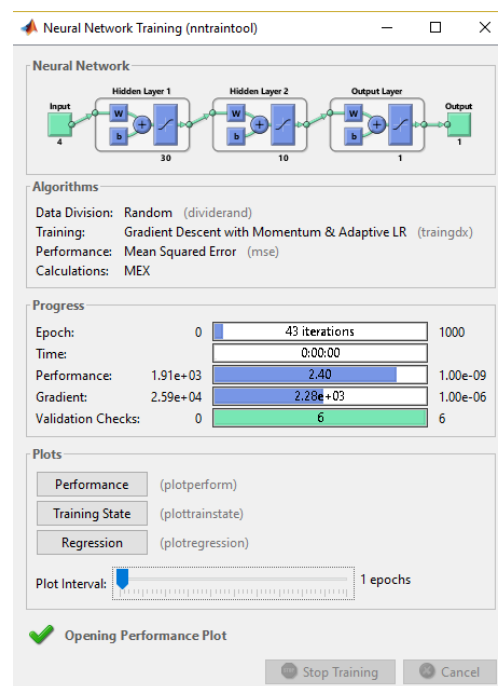
Setelah dilakukan proses pelatihan, dihasilkan parameter sebagai berikut :



**Gambar 4.2** Grafik Performa Validasi



**Gambar 4.3** Kurva Statistik Pelatihan



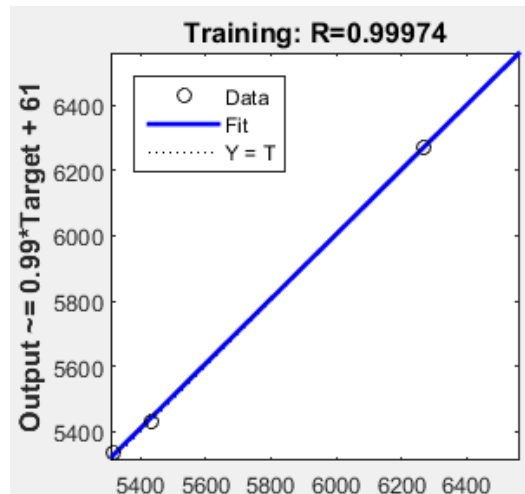
**Gambar 4.4** Neural Network Tool

Keterangan :

1. *Epoch* = 43 literasi. Menyatakan jumlah perulangan pembelajaran. Pada pelatihan ini pembelajaran berhenti setelah perulangan sebanyak 43 kali
2. *Time* = 1 Detik. Menyatakan waktu yang dibutuhkan MATLAB dalam melakukan pembelajaran

3. *Performance* =  $1.91e+03$ . Menyatakan kualitas pembelajaran, makin dekat dengan nilai nol maka makin kualitasnya semakin baik.
4. *Gradient* =  $2.59e+04$ . Menyatakan kemiringan antara satu literasi dengan literasi berikutnya, pembelajaran akan berhenti jika kemiringan sudah tidak berubah
5.  $\mu = 6$ . Menyatakan nilai error = 6. Angka yang paling baik adalah 0
6. *Validation Check* = 6. Menyatakan apakah proses pembelajaran mengarah pada tujuan yang cepat atau menyimpang. 6 kali cek validasi dilakukan pada pembelajaran ini.

Berdasarkan proses pelatihan jaringan latih Peramalan kebutuhan beban listrik ini, yang ditunjukkan gambar 4.2 s/d gambar 4.4, didapatkan bahwa perubahan bobot dan bias jaringan latih dihentikan pada 43 literasi. Hal ini dikarenakan proses pelatihan mencapai fungsi kinerja tujuannya yaitu menghasilkan nilai kerja tujuan sebesar  $1,91e + 03$ , dimana nilai tersebut lebih kecil dibanding parameter kinerja tujuan yang diatur ( $1e-09$ ). Berikut hasil perhitungan prakiraan kebutuhan beban listrik menggunakan *neural network*.



**Gambar 4.5** plot regresi pelatihan jaringan peramalan

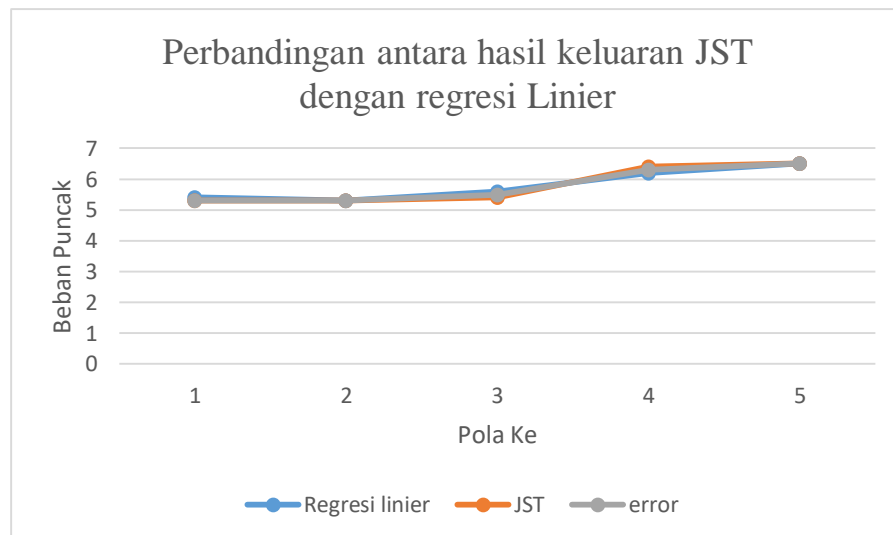
Berdasarkan gambar 4.5, dapat dilihat bahwa pada pelatihan jaringan ini memiliki koefisien korelasi ( $R$ ) yang bernilai 0.99. Hal ini menunjukkan bahwa hasil pelatihan yang telah dilakukan cukup baik. Perlu diketahui bahwa

koefisien korelasi ini didapatkan dari plot regresi linier. Dengan mengetahui nilai koefisien koorelasi dapat diketahui perkiraan perbedaan antara data perhitungan manual dengan data peramalan menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan

**Tabel 4.10** Hasil Pelatihan

Metode	Tahun				
	2014	2015	2016	2017	2018
Hasil regresi linier (kW)	5435	5315	5650	6266	6560
Hasil latih jaringan syaraf tiruan(kW)	5345	5337	5413	6477	6505
error	33,5597	-13,0395	54,9511	-260,9859	1,1172

Dapat dilihat dari tabel diatas, bahwa hasil peramalan menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan (JST) memiliki hasil yang kurang lebih sama dengan nilai target, hal ini dapat disimpulkan bahwa jaringan yang dibangun sudah cukup baik untuk melakukan peramalan. Berikut grafik perbandingan antara hasil perhitungan manual dan keluaran JST pelatihan.



**Gambar 4.6** Grafik perbandingan antara output pelatihan dan target



### 5. Peramalan Kebutuhan Listrik Menggunakan Jaringan Syaraf tiruan

Setelah dilakukan tahap pelatihan, model jaringan yang tepat telah ditemukan, maka selanjutnya kita dapat melakukan peramalan kebutuhan listrik menggunakan jaringan syaraf tiruan tersebut. Dalam penelitian ini penulis menggunakan 4 buah data input yaitu :

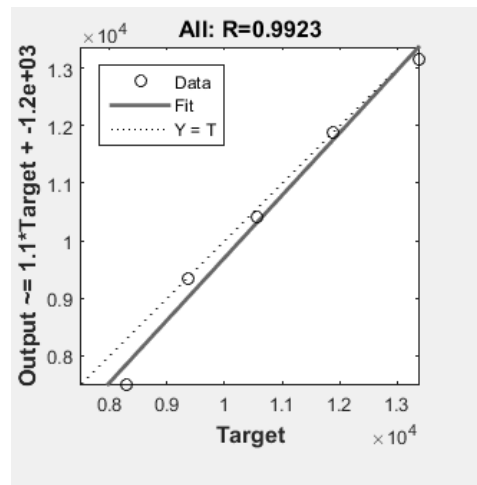
**Tabel 4.11** Input Peramalan

Keterangan	Tahun				
	2019	2020	2021	2022	2023
x1 = Daya terpasang	7500	7500	9590	10118	10646
x2 = Daya mampu	6668	6790	8160	8860	9160
x3 = PDRB	4755	5416	6139	6803	7709
x4 = Penduduk	2629	2656	2673	2693	2732
Target	8298	9364	10566	11884	13367

Data inputan diatas adalah data yang telah diolah menggunakan software *Ms. Excel*. Setelah memasukkan data inputan ke *tools* jaringan syaraf tiruan *matlab*, didapatkan hasil peramalan kebutuhan listrik sebagai berikut :

**Tabel 4.12** Hasil Peramalan

Tahun	Hasil Peramalan (kW)
2019	7598
2020	9419
2021	10715
2022	11866
2023	12992

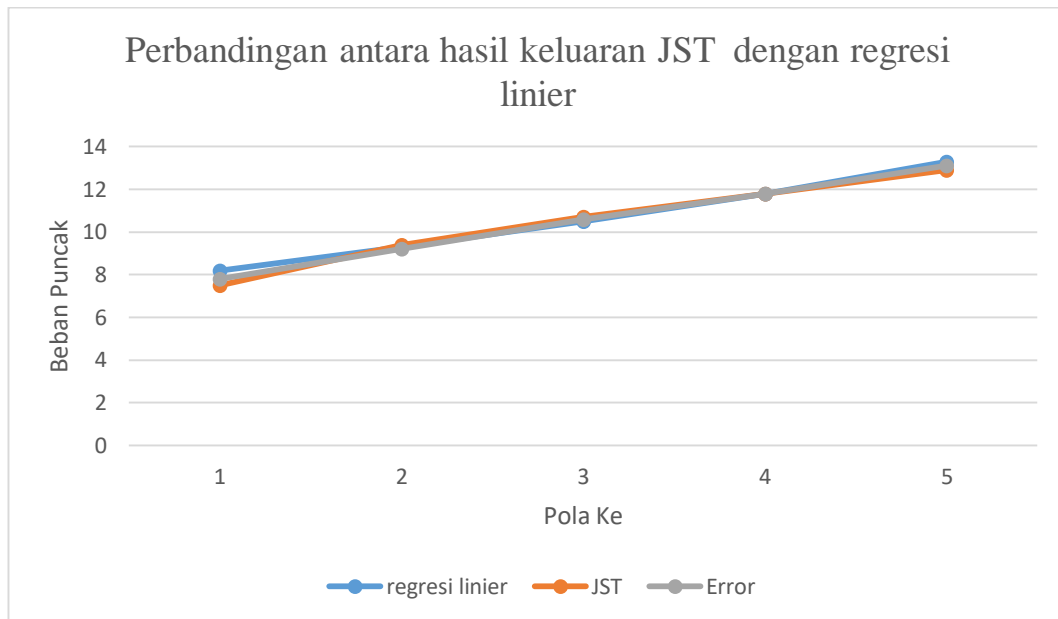


**Gambar 4.7** Grafik perbandingan antara output peramalan dan target

Dapat dilihat pada tabel diatas, hasil peramalan kebutuhan energi listrik kabupaten jayawijaya untuk 5 tahun kedepan, hasil diatas bisa dikatakan cukup baik, karena merujuk pada grafik gambar 4.7, dimana nilai koefisien koorelasinya 0,99. Dimana hal ini menunjukkan bahwa jaringan yang digunakan untuk peramalan sudah cukup baik dan dapat diandalkan. Dan untuk menguatkan tingkat keakuratan jaringan ini, maka penulis akan memberikan perbandingan hasil peramalan dengan regresi linier yang telah penulis lakukan di awal bab 4 ini, berikut hasilnya :

**Tabel 4.13** Perbandingan antara hasil peramalan dan regresi linier

Metode	Hasil perhitungan beban puncak (kW)				
	Tahun 2019	Tahun 2020	Tahun 2021	Tahun 2022	Tahun 2023
Hasil Peramalan JST (kW)	7598	9419	10715	11866	12992
Regresi linier (kW)	8298	9364	10566	11884	13367
error	789,81	18,52	147,31	8,08	203,4



**Gambar 4.8** Grafik perbandingan antara output JST dan regresi linier

### 4.3 Perbandingan Hasil Peramalan Jaringan Backpropagation dengan Model Jaringan Lain

Pada aplikasi MATLAB r2015a terdapat banyak model jaringan neural network yang dapat digunakan sebagai alat pelatihan/peramalan suatu variable. Dalam penelitian ini, penulis melakukan percobaan dengan menggunakan jaringan *feed-forward backpropagation*. Sebagai pembandingan, penulis akan memberikan perbandingan beberapa hasil peramalan menggunakan jaringan lain. Perlu diketahui bahwa parameter yang digunakan nilainya sama dengan yang penulis pakai pada peramalan dengan jaringan *feed-forward backpropagation*. Beberapa jaringan yang penulis gunakan sebagai pembandingan diantaranya adalah :

#### 4.3.1 Perbandingan Dengan Model Jaringan *Elman Backpropagation* dan *Cascade Forward Backpropagation*

*Elman recurrent neural network* adalah jaringan yang kuat untuk mengekstraksi fitur informatif yang berkaitan dengan sistem dinamis pada lapisan tersembunyi (Elman 1990).

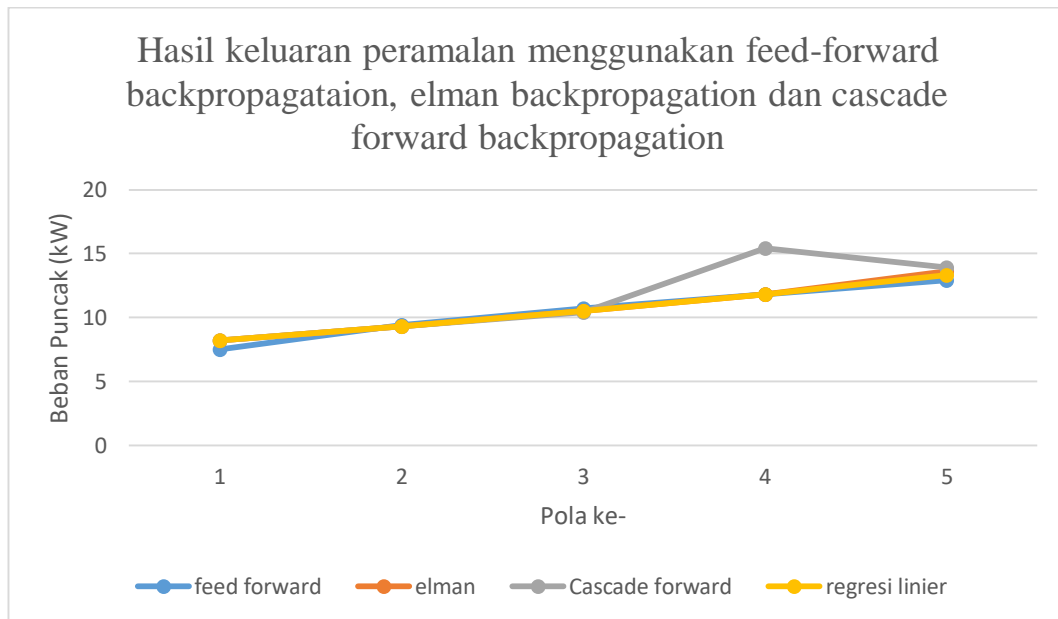
Perbedaan utama yang terdapat pada struktur ini adalah masukan jaringan tidak hanya nilai masukan dari luar jaringan tetapi ditambah dengan nilai

keluaran dari neuron tersembunyi dari propagasi sebelumnya seperti pada Gambar 2. Himpunan neuron yang menerima umpan balik nilai ini disebut juga lapisan status atau layer konteks.

Jaringan *Cascade-forward* mirip dengan jaringan feed-forward, tetapi jaringan ini memiliki koneksi dari input terhadap setiap lapisan sebelumnya ke lapisan berikut. Seperti halnya jaringan *feed-forward*, jaringan *Cascade* dua atau lebih dapat mempelajari hubungan input-output yang terbatas secara sewenang-wenang dengan cukup memberikan neuron tersembunyi.

**Tabel 4.14** Perbandingan antara *feed-forward*, *elman backpropagation* dan *cascade forward*

Metode	Hasil perhitungan beban puncak (kW)				
	Tahun 2019	Tahun 2020	Tahun 2021	Tahun 2022	Tahun 2023
Hasil Peramalan <i>feed-forward</i> <i>backpropagation</i> (kW)	7598	9419	10715	11866	12992
Hasil peramalan <i>Elman</i> <i>Backpropagation</i> (kW)	8298	9365	10566	11869	13618
Hasil peramalan <i>Cascade forward</i> <i>backpropagation</i> (kW)	8255	9308	10403	15461	13913
Hasil regresi linier	8298	9364	10566	11884	13367



**Gambar 4.9** Grafik perbandingan antara *feed-forward backpropagation*, *elman backpropagation* dan *Cascade forward backpropagation*

Bisa dilihat pada tabel dan grafik diatas bahwa, hasil peramalan *feed-forward backpropagation*, *elman backpropagation* dan *cascade forward backpropagation* menghasilkan nilai yang tidak jauh berbeda, yang berarti ketiga jaringan merupakan jaringan yang baik untuk dijadikan dasar peramalan. Namun jika dilihat pada tabel dan grafik, nilai hasil peramalan jaringan elman merupakan jaringan yang nilainya paling mendekati target (hasil regresi linier). karena Elman backpropagation sangat cocok digunakan untuk permasalahan *time series forecasting*. Hal ini dikarenakan arsitektur Elman memiliki feedback loop sehingga mampu mempelajari dependensi waktu dari data latih dan memprediksi data yang akan datang menggunakan data uji.

Setelah dilakukan peramalan beban puncak dalam kurun waktu 2018 – 2023, didapatkan hasil beban puncak tertinggi sebesar 12.992 kW. Sementara itu, jika dilihat dari kapasitas PT PLN Rayon Wamena yang hanya memiliki daya maksimal sebesar 10.118 kW, maka penulis menyarankan untuk menambah komponen pembangkit dengan total kapasitas sebesar 3.500 kW. Mengapa

3.500 dan bukan 2.800 kW ? karena tidak memungkinkan untuk menggunakan komponen pembangkit sesuai batasnya, harus ada jarak yang diberikan antara kapasitas maksimum dan daya mampunya agar komponen tidak cepat rusak.